

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-248997

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 9/14			G 1 0 L 9/14	J
				Q
H 0 3 H 17/02		8842-5 J	H 0 3 H 17/02	D
H 0 3 M 7/30		9382-5 K	H 0 3 M 7/30	A

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-52558

(22) 出願日 平成7年(1995)3月13日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 津島 峰生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 中藤 良久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 則松 武志

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

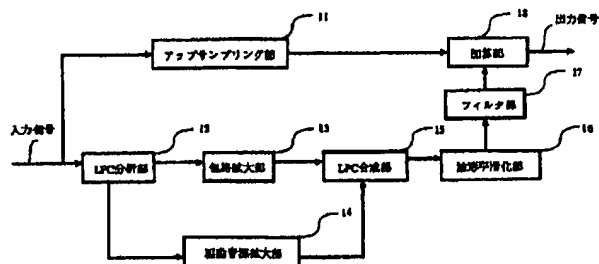
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 音声帯域拡大装置

(57) 【要約】

【目的】 電話音声など帯域制限された音声の帯域を拡大し、広帯域な音声を作成することで、明瞭で帯域感のある音声を提供する。

【構成】 入力信号からスペクトル包絡情報と残差波形を抽出するLPC分析部12と、抽出されたスペクトル包絡情報を帯域拡大する包絡拡大部13と、抽出された残差信号を、帯域拡大する駆動音源拡大部14と、包絡拡大部より得られるスペクトル包絡情報と駆動音源拡大部14より得られる残差信号を用いて合成音声を作成するLPC合成部15と、合成音声の時間軸上で平滑化する波形平滑化部16と、平滑化された信号から入力信号に付加すべき周波数帯域成分をろ波するフィルタ部17と、入力信号を高いサンプリング周波数に変換するアップサンプリング部11と、フィルタ部17からの出力信号とアップサンプリング部11からの出力信号を加算する加算部18とを備えた構成である。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】入力信号からスペクトル包絡情報と残差信号を線形予測分析法を用いて抽出する L P C 分析部と、前記 L P C 分析部により抽出された前記スペクトル包絡情報を所望の周波数帯域に帯域を拡大する包絡拡大部と、前記 L P C 分析部により算出された前記残差信号を、所望の周波数帯域に帯域を拡大した周波数特性を有する残差信号へと変換する駆動音源拡大部と、前記包絡拡大部より得られる帯域拡大されたスペクトル包絡情報と前記駆動音源拡大部より得られる帯域拡大された残差信号を用いて音声を生 P C 合成する L P C 合成部と、前記 L P C 合成部から得られた信号列を時間軸上で平滑化する波形平滑化部と、前記波形平滑化部より得られた信号から前記入力信号に付加すべき周波数帯域成分をろ波するフィルタ部と、前記入力信号を周波数特性を保持しながら前記入力信号のサンプリング周波数よりも高いサンプリング周波数に変換した信号列を出力するアップサンプリング部と、前記フィルタ部からの出力信号と前記アップサンプリング部からの出力信号を加算する加算部とを有する音声帯域拡大装置。

【請求項 2】包絡拡大部は、入力されたスペクトル包絡情報を広帯域なスペクトル包絡情報に線形写像する複数の関数を有する線形写像部と、複数の狭帯域なスペクトル包絡情報を有するコードブックと前記コードブック中のコードと前記入力されたスペクトル包絡情報との距離を算出し、ベクトル量子化を行なうベクトル量子化部と、前記線形写像部の一つ一つの関数の出力に、前記ベクトル量子化部からの出力で重み付けを行ない加算する包絡拡大部とを具備してなり、前記入力されたスペクトル包絡情報を広帯域な包絡情報に変換することを特徴とする請求項 1 記載の音声帯域拡大装置。

【請求項 3】駆動音源拡大部は、入力された残差信号をアップサンプリングする残差アップサンプリング部と、前記残差アップサンプリング部からの出力を非線形処理する非線形処理部と、前記非線形処理部からの出力信号の周波数特性を平坦化するスペクトル平滑化部と、前記スペクトル平滑化部からの出力のパワを前記残差アップサンプリング部からの出力を参照して制御するゲイン制御部とを具備することを特徴とする請求項 1 記載の音声帯域拡大装置。

【請求項 4】波形平滑化部は、時間的に重なりのあるフレームごとに合成された信号列を一つの時間軸上に連続した波形として得るために、前記フレーム合成された信号列の各々に重み付けを行ない、加算することにより時間軸上で平滑化された信号列を得ることを特徴とする請求項 1 記載の音声帯域拡大装置。

【請求項 5】ゲイン制御部は、合成音声から入力音声の可観測な帯域をろ波し、入力音声のパワとろ波した合成音声のパワとを同一にすることによりゲイン制御を行なうことを特徴とする請求項 3 記載の音声帯域拡大装置。

【請求項 6】入力信号からスペクトル包絡情報と残差波形を線形予測分析法を用いて抽出する L P C 分析部と、前記 L P C 分析部により抽出された前記スペクトル包絡情報を複数の関数を用いて線形写像することにより、広帯域なスペクトル包絡情報に変換する線形写像部と、複数の狭帯域なスペクトル包絡情報により構成されるコードブックと前記コードブック中の各コードと前記 L P C 分析部により抽出されたスペクトル包絡情報との距離を算出することによりベクトル量子化を行なうベクトル量子化部と、前記線形写像部の各々の関数の出力を、前記ベクトル量子化部の出力により重み付けを行ない加算することにより広帯域スペクトル包絡情報を出力する包絡加算部と、前記 L P C 分析部より抽出された前記残差信号をアップサンプリングする残差アップサンプリング部と、前記残差アップサンプリング部からの出力を非線形処理する非線形処理部と、前記非線形処理部からの出力の周波数特性を平坦化するスペクトル平滑化部と、前記スペクトル平滑化部からの出力を前記残差アップサンプリング部からの出力を参照してパワについて制御するゲイン制御部と、前記ゲイン制御部からの出力と前記包絡加算部からの出力を用いて L P C 合成を行なう L P C 合成部と、前記 L P C 合成部から得られた信号列を時間軸上で平滑化する波形平滑化部と、前記波形平滑化部より得られた信号から前記入力信号に付加すべき周波数帯域成分をろ波する帯域通過フィルタ部と、前記入力信号を周波数特性を保持しながら前記入力信号のサンプリング周波数よりも高いサンプリング周波数に変換した信号列を出力するアップサンプリング部と、前記帯域通過フィルタ部からの出力信号と前記アップサンプリング部からの出力信号を加算する加算部とを有する音声帯域拡大装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、狭帯域音声信号のみが得られる環境下において、狭帯域音声信号から広帯域な音声信号へと帯域を拡大することにより、明瞭度、帯域感のある音声を提供する音声帯域拡大装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、音声帯域の拡大方法は学会等で幾つか提案されている。それらの多くは電話音声の帯域拡大を主眼としたものであり、それぞれの手法での効果が発表されている。以下に従来の音声帯域拡大方法について説明する。

【0003】図 4 は、電子情報通信学会技報 (S P 93-61) 「コードブックマッピングによる狭帯域音声から広帯域音声の復元法」において吉田、阿部氏らによって提案された手法であり、第 1 の従来例の音声帯域拡大方法を実現するための装置構成図を示すものである。図 4 において、41 は L P C 分析部、42 はベクトル量子化部、43 はディコーディング部、44 は狭帯域コード

ブック、45は広帯域コードブック、46は低域復元部、47は第1の高域復元部、48は第2の高域復元部、49は加算部、410はアップサンプリング部である。以下、その動作について説明する。

【0004】入力された狭帯域音声信号は、LPC分析部41で線形予測分析される。LPC分析部41により抽出されたスペクトル包絡情報を狭帯域コードブック44を用いて、ベクトル量子化部42でベクトル量子化を行なう。ベクトル量子化部42の結果を用い狭帯域コードブック44に対応する広帯域コードブック45に格納されている広帯域スペクトル包絡情報をデコーディング部43で得る。低域復元部46ではLPC分析部41により抽出されたピッチ情報、パワー情報、および、デコーディング部43から得られるスペクトル包絡情報を用い、LPC合成により低域を復元する。同様に第1の高域復元部47では、前記ピッチ情報と前記パワー情報とデコーディング部43から得られるスペクトル包絡情報により高域を復元する。低域復元部46と第1の高域復元部47の出力と、前記入力された狭帯域信号をアップサンプリング部410でサンプリング周波数を変換された出力を加算部49で代数的に加算し、広帯域合成音声を得る。

【0005】また、この第1の従来例では、第1の高域復元部47の代わりに第2の高域復元部48を用いた手法も提案されており、第2の高域復元部48では、ベクトル量子化部42の出力を参照して、蓄積された波形素片データとLPC分析部41からの前記ピッチ情報と前記パワー情報から高域を復元し、低域復元部46の出力とアップサンプリング部410からの出力とを加算部49で加算し、広帯域合成音声を得る。それ以外の構成は、第1の高域復元部47を用いる手法と同様である。

【0006】図5は、日本音響学会論文講演集1-P-6(1994-11)「電話帯域音声の疑似広帯域化の検討」において田中氏らによって提案された手法であって、第2の従来例の音声帯域拡大方法を実現する装置構成図を示すものである。図5において、51はLPC分析部、52はLPC逆フィルタ部、53は整流部、54はLPC合成部、55は帯域通過フィルタ部、56は高域通過フィルタ部、57はイコライザ部である。以下、その動作について説明する。

【0007】入力された狭帯域信号は、LPC分析部51で線形予測分析される。LPC分析部51から得た出力を用い、LPC逆フィルタ部52で残差信号を算出する。前記残差信号は、整流部53において半波整流を用いて非線形処理される。整流部53の出力とLPC分析部51から得られるスペクトル包絡情報により、LPC合成部54で線形合成が行なわれる。帯域通過フィルタ55では、前記入力された狭帯域信号から、0~300Hzの帯域をろ波する。高域通過フィルタ部56では、前記入力された狭帯域信号から300Hz~4kHz帯

域の高域成分をろ波する。帯域通過フィルタ55の出力と高域通過フィルタ56の出力を加算し、イコライザ部57で、合成音声がかもり感の無いように周波数のイコライジングを行ない、広帯域な出力音声を得る。

【0008】図6は、日本音響学会論文講演集1-5-9(1994-11)「狭帯域CELP符号からの広帯域音声の復元」において田崎氏らによって提案された手法であって、第3の従来例の音声帯域拡大方法を実現する装置構成図を示すものである。図6において、61はアップサンプリング部、62はLSP分析部、63は適応音源分析部、64は広帯域LSP推定部、65はLSP合成フィルタ部、66は適応音源合成部、67は雑音生成部、68は高域通過フィルタ部、69、610は乗算器、611、612は加算器である。以下、その動作について説明する。

【0009】入力された狭帯域信号は、線形予測分析のうちのLSP分析を用いてLSP分析部62で分析を行なう。すなわち、よく知られているCELP(Code Excited Linear Prediction)の考えを用いて、分析した後、狭帯域な適応音源ゲイン、適応音源ラグ長、残差ゲインを適応音源分析部63から出力する。前記適応音源ラグ長は2倍され、この値を用いて適応音源合成部66で適応音源を合成する。適応音源合成部66からの出力は、乗算器69にて、前記適応音源ゲインを2倍した値と乗算される。また、雑音コードブックから雑音生成部67で雑音成分を生成し、この雑音成分は、乗算器610にて、前記残差ゲインを2倍した値と乗算される。乗算器69の出力と乗算器610の出力を加算器611で加算することにより広帯域音源を生成する。LSP分析部62からのLSPを次数を低減することにより、広帯域LSP推定部64で疑似広帯域化する。加算器611から出力される前記広帯域音源と、広帯域LSP推定部64からの出力とを用いて、LSP合成フィルタ部65で広帯域音声を合成する。前記広帯域音声から高域通過フィルタ部68により3400Hz~7200Hzの高域成分を抽出し、前記入力された狭帯域信号をアップサンプリング部61でアップサンプリングされた信号と、高域通過フィルタ部68の出力とを加算器612で加算し、広帯域合成音を得る。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の従来の構成において、まず、第1の従来例の方法では、音源情報がピッチ、白色雑音であるため、ピッチ推定誤りによる音質劣化が問題となる。また、包絡情報の推定に多くの計算量とメモリを必要とする。

【0011】第2の従来例の方法では、0Hz~300Hzの帯域のみを拡大するもので、3400Hz以上の帯域は拡大していないため、帯域感が得られない。

【0012】第3の従来例の方法では、300Hz以下の低域は生成されておらず、十分な自然性が得られな

い。また、LSP次数の低減によるスペクトル包絡情報の広帯域化は、充分な精度で広帯域なスペクトル包絡情報の復元ができないなどの問題を有していた。

【0013】本発明は上記従来の問題点を解決するもので、低域成分と高域成分の両者を合成することで、明瞭でかつ帯域感のある音声帯域拡大装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明の音声帯域拡大装置は、入力信号からスペクトル情報と残差信号を線形予測分析法を用いて抽出するLPC分析部と、前記LPC分析部により抽出された前記スペクトル包絡情報を所望の周波数帯域に線形写像関数により帯域を拡大する包絡拡大部と、前記LPC分析部により算出された前記残差信号を非線形処理により、所望の周波数帯域の特性を有する信号へと変換する駆動音源拡大部と、前記包絡拡大部より得られる帯域拡大された包絡情報と前記駆動音源拡大部より得られる帯域拡大された音源情報を用いて音声信号をLPC合成するLPC合成部と、前記LPC合成部から得られた信号列を時間軸上で平滑化する波形平滑化部と、前記波形平滑化部より得られた信号から前記入力信号に付加すべき周波数帯域成分を濾波するフィルタ部と、前記入力信号を周波数特性を保持しながら前記入力信号のサンプリング周波数よりも高いサンプリング周波数に変換した信号列を出力するアップサンプリング部と、前記フィルタ部の出力信号と前記アップサンプリング部の出力信号を加算する加算部とを有し、前記入力信号よりも広帯域な出力信号を得る構成を有している。

【0015】

【作用】本発明は上記構成によって、低域成分および高域成分の両者を帯域拡大する構成であるため、自然感および帯域感のある音声を得ることができ、線形写像関数によりスペクトル包絡情報を帯域拡大しているため、少ない計算量で正確なスペクトル包絡情報を得ることができ、非線形処理により残差信号の帯域拡大をしているため、音声の調波構造を保持したまま広帯域化が可能となる。また、波形平滑化処理を行なうことで、合成音声の時間的な不連続性を取り除くことができ、より自然な合成音を得ることが可能となる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0017】図1は本発明の一実施例における音声帯域拡大装置の全体構成図である。図1において、入力され

た狭帯域音声信号は、LPC分析部12で線形予測分析法で分析され、スペクトル包絡情報と残差信号が抽出される。前記スペクトル包絡情報は、包絡拡大部13によって広帯域なスペクトル包絡情報に変換される。前記残差信号は、駆動音源拡大部14で広帯域な残差信号に変換され、LPC合成部15にて、包絡拡大部13からの出力と駆動音源拡大部14からの出力によって広帯域な合成音声にLPC合成される。広帯域な合成音声は、波形平滑化部16にて、フレーム分析による合成波形の不連続性を減少させるために平滑化処理が行なわれる。波形平滑化部16からの出力は、フィルタ部17によって、狭帯域な入力信号に欠落している周波数成分をろ波される。フィルタ部17からの出力は、入力信号をアップサンプリングするアップサンプリング部11からの出力と加算部18にて加算され、出力信号を得る。

【0018】各部の詳細な説明を、図2を用いて行なう。図2は、図1の音声帯域拡大装置の詳細な全体構成図である（図1におけるフィルタ部17と波形平滑化部16は、より具体的な構成として、帯域通過フィルタ部210とクロスフェード部29で構成している）。

【0019】図2において、入力された狭帯域音声信号は、LPC分析部12にて線形予測分析され、スペクトル包絡情報と残差信号に分離する。LPC分析部12では、例えば、入力信号に対して（数1）の窓関数を乗算する。

【0020】

【数1】

$$h(i) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi i}{N-1}\right)$$

30

【0021】ここで、（数1）はハミング窓を示す関数であり、 $h(i)$ ；ただし $i=0, 2, \dots, N-1$ は窓関数、 N は分析フレーム長を示す。そしてこの次にこの $h(i)$ を用いて、（数2）で定義される相関関数を算出する。

【0022】

【数2】

$$r(j) = \frac{1}{N} \sum_{i=0, i-j>0}^N h(i)y(i)h(i-j)y(i-j)$$

40

【0023】（数2）において、 $y(i)$ は時刻 i における入力信号で、 $r(j)$ は j 次の相関値を示す。

【0024】次に（数2）の相関値を用いて、（数3）の正規方程式を導く。

【0025】

【数3】

$$\begin{matrix} 7 & & & & & & 8 \\ \begin{bmatrix} r(0) & r(1) & \cdots & & r(n) \\ r(1) & r(0) & \ddots & & r(n-1) \\ \vdots & r(1) & \ddots & & \vdots \\ & & \ddots & \ddots & \\ r(n) & & & & r(0) \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} V_n \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

【0026】（数3）において、 a_0, a_1, \dots, a_n は線形予測係数で、 V_n は n 次の線形予測係数であり、モデルを構成した場合の予測誤差パワを示す。但し、 $a_0 = 1$ である。最後に、（数4）の目的関数を最小化するようにして、（数3）の正規方程式から線形予測係数を算出することで、スペクトル包絡情報を抽出することができる。

【0027】

【数4】

$$J(\{V_n\}) = \sum_{i=0}^n a_i r(i)$$

【0028】残差信号は、（数4）の目的関数を最小化する線形予測係数を用いて、例えば（数5）などで算出される。

【0029】

【数5】

$$\epsilon(i) = y(i) - \sum_{j=1}^n a_j y(i-j)$$

【0030】（数5）の $\epsilon(i)$ は時刻 i における残差信号である。LPC分析部12で抽出されたスペクトル包絡情報、例えばLPC係数、PARCOR係数などは、線形写像関数部23で、複数の線形写像関数を用いて、入力と同数の広帯域なスペクトル包絡情報へと写像される。また、LPC分析部12で抽出されたスペクトル包絡情報は、狭帯域コードブック21を参照して、ベクトル量子化部22でベクトル量子化により距離を算出される。包絡加算部24では、線形写像関数部23で得られた広帯域なスペクトル包絡情報を、ベクトル量子化部22で算出された距離に基づいて重みつけ加算し、広帯域なスペクトル包絡情報を得る。コードブックは予め狭帯域なスペクトル包絡情報により学習させておき、線形写像関数は、狭帯域なスペクトル包絡情報から広帯域なスペクトル包絡情報への写像関係を学習させておく。スペクトル包絡情報の帯域拡大は、例えば、（数6）に示すように、狭帯域なスペクトル包絡情報を入力し、狭帯域の包絡情報を関数の数だけ広帯域な包絡情報へと線形写像する。

【0031】

【数6】

$$z_{ki} = A_k x_i$$

【0032】（数6）において、 z_{ki} は、 A_k は k 番目の線

形写像関数で、狭帯域な包絡情報 x_i を写像した結果である。

【0033】次に、狭帯域なスペクトル包絡情報から、（数7）で定義されるベクトル量子化の式を用いて、各コードと狭帯域なスペクトル包絡情報との距離を算出することで、線形写像された各々のスペクトル包絡情報に対する重み係数を得る。

【0034】

【数7】

$$\omega_{ik} = \frac{\|x_i - V_k\|^{-p}}{\sum_{r=1}^n \|x_i - V_r\|^{-p}}$$

【0035】（数7）に示すように、重み ω_{ik} は k 番目の包絡情報の代表点 V_k と狭帯域な包絡情報 x_i との距離から算出される。（数6）で得られる線形写像されたスペクトル包絡情報と、（数7）で得られた重み係数とを用いて、（数8）によって広帯域なスペクトル包絡情報に写像される。

【0036】

【数8】

$$y_i = \sum_{k=1}^n \omega_{ik} z_{ki}$$

【0037】（数8）において、広帯域な包絡情報 y_i は、前出の（数6）と（数7）で算出された値により定まる。

【0038】一方、LPC分析部12で抽出された残差情報は、残差アップサンプリング部25でアップサンプリングされ、非線形処理部26にて全波整流などの処理を施される。非線形処理部26では、全波整流、半波整流、二乗処理、クリッピング等の非線形操作を用いてもよい。それらの非線形操作を行なうことで、音源情報の低域成分と高域成分を歪みによって生成することができる。非線形処理部26からの出力は、歪みによって生じたスペクトル包絡情報を含有しているため、スペクトル平滑化部27で、低次のLPC分析を施した残差を得ることで周波数特性を平滑化する。例えばスペクトル平滑化部27におけるLPC分析の次数は3次程度とする。スペクトル平滑化部27からの出力は、スペクトル平滑化部27への入力に対してパワが減衰しているため、ゲイン制御部28で定数倍を乗じることによって補正する。あるいは、スペクトル平滑化部27への入力と出力

9

のパワ比を乗じることで補正する方法や、後处理的にLPC合成部15で信号を合成してから、LPC分析部12にされる信号が持つ周波数帯域と同じ帯域を通過する帯域通過フィルタを用いて、LPC合成部15からの出力をろ波し、信号と前出の帯域通過フィルタ後の出力のパワを同一にするように分析フレームごとに比を算出し、その比を乗じる方法を用いてもよい。

【0039】駆動音源の帯域拡大は、例えば、狭帯域な残差信号を(数9)の演算によって、残差アップサンプリング部25でアップサンプリングを行なう。

【0040】

【数9】

$$\begin{aligned}\phi(i) &= \sum_{j=-k}^k \text{sinc}(j) \epsilon(i+j) \\ \text{sinc}(j) &= \frac{\sin(\pi(|j|+0.5))}{\pi(|j|+0.5)} \\ u\epsilon(2i) &= \epsilon(i) \\ u\epsilon(2i+1) &= \phi(i)\end{aligned}$$

【0041】(数9)において、 $u\epsilon(i)$ は、 $\epsilon(i)$ をアップサンプリングした信号列である。次に、残差アップサンプリング部25の出力を、非線形処理部26で(数10)を用いて全波整流を行なう。

【0042】

【数10】

$$c\epsilon(i) = |u\epsilon(i)|$$

【0043】(数10)において、 $c\epsilon(i)$ は、 $u\epsilon(i)$ を全波整流したものである。全波整流された信号をスペクトル平滑化部27で(数11)のように低次の線形予測法の残差信号を得ることで、スペクトル平滑化処理を行なう。

【0044】

【数11】

$$f\epsilon(i) = c\epsilon(i) - \sum_{j=1}^m b_i \cdot c\epsilon(i-j)$$

【0045】(数11)において、 $f\epsilon(i)$ は、 $c\epsilon(i)$ をスペクトル平滑化したもので、 b_i は $c\epsilon(i)$ を信号として、前出の線形予測の方法を用いて算出した線形予測係数である。

【0046】ゲイン制御部28の出力として得られた広帯域残差信号と、包絡加算部24で得られた前記広帯域なスペクトル包絡情報とを用いて、LPC合成部15でLPC合成し、広帯域な合成音を得る。この広帯域な合成音は、クロスフェード部29において、フレーム分析のシフト幅がフレーム分析長よりも短くした場合に、時間的にオーバーラップして得られる結果を一つの時間軸上で滑らかに得るために用いる。なお、クロスフェード

10

部29の概念図を図3に示す。

【0047】図3において、a)は信号で、c)、e)、g)はそれぞれ時間的に連続した分析フレームであるフレーム1、フレーム2、フレーム3における合成出力波形である。b)、d)、f)は前記フレーム1からフレーム3のフレームごとの合成波形出力に乘じる重み関数であり、出力波形h)はc)にb)を乗じた波形と、e)にd)を乗じた波形、さらにg)にf)を乗じた波形を加算するなどして算出される。例えば、1フレーム長が400ポイントで、フレームシフト幅が100ポイント、現時刻でのLPC合成出力列が y_i 、一つ前の時刻のLPC合成出力列が x_i である時、クロスフェードによる合成出力は、(数12)の z_i として算出される。

【0048】

【数12】

$$\begin{aligned}z_i &= \alpha_i x_{i+100} + \beta_i y_{i+200} \\ \alpha_i &= -\frac{1}{100}i + 3 \\ \beta_i &= \frac{1}{100}i - 1\end{aligned}$$

20

【0049】クロスフェード部29からの出力信号は帯域通過フィルタ210で、例えば0~300Hzと3400Hz~7200Hzの成分を抽出するFIRフィルタやIIRフィルタを用いてろ波される。

【0050】アップサンプリング部11では、信号をそのままアップサンプリングし、帯域通過フィルタ部210の出力と代数的に加算部18で加算され、出力信号を得る。アップサンプリング部11では、例えば8kHzサンプリングを16kHzサンプリングにアップサンプリングする。

【0051】以上のように本実施例によれば、低域成分、高域成分の両者を推定し合成することで、明瞭で帯域感のある自然な音声を得ることができる。具体的には、ピッチ推定を直接行なって駆動音源を帯域拡大するのではなく、アップサンプリングした残差信号に対して、全波整流などの非線形処理を行なうことで低域成分および高域成分を生成しているので、ピッチ推定誤り時に起こる不自然な合成音を生成するという問題を避けることができる。また、線形写像関数を用いてスペクトル包絡情報の広帯域化を行なっているため、少ないコードブック数と計算量で広帯域なスペクトル包絡情報を生成することができる。また、合成波形をクロスフェードを用いて時間的に平滑化することで、合成によるフレーム間の不連続性を平坦化することが容易に行なえる。

【0052】

【発明の効果】以上のように、本発明の音声帯域拡大装置は、陽(暗の反意語)にピッチ推定を用いなくて帯域拡大を行なうことにより、ピッチ推定誤りの無い自然な合成音を得ることができる。また、ファジーベクトル量

50

11

12

子化によるスペクトル包絡情報の帯域拡大では計算量も非常に多いのに対し、本発明では線形写像関数により帯域拡大しているため、比較的少ない計算量とメモリで構成できる。さらに、本発明は、低域、高域成分の両者を帯域拡大する方式であるため、低域による自然感の向上と高域による帯域感の向上との両者を実現することができる優れた音声帯域拡大装置を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における音声帯域拡大装置の構成図

【図2】本発明の音声帯域拡大装置の実施例における、さらに具体的な構成図

【図3】本発明の実施例に係るクロスフェード部の動作説明のための概念図

【図4】第1の従来例の動作説明のための説明図

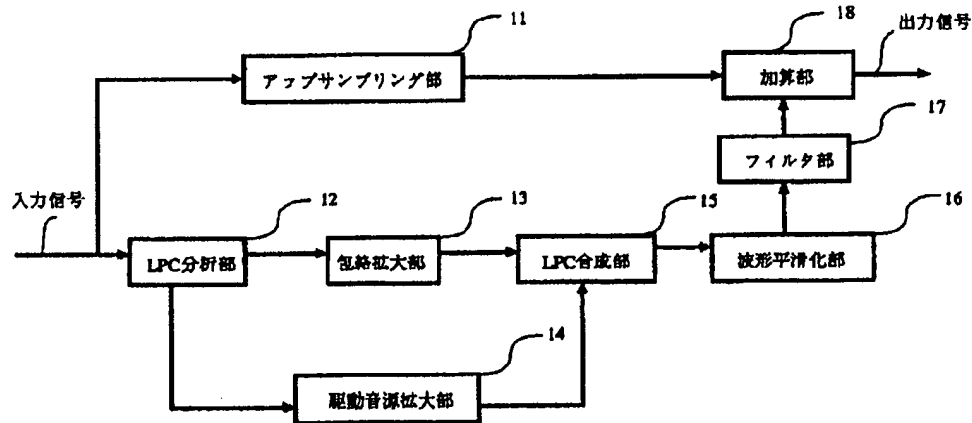
【図5】第2の従来例の動作説明のための説明図

【図6】第3の従来例の動作説明のための説明図

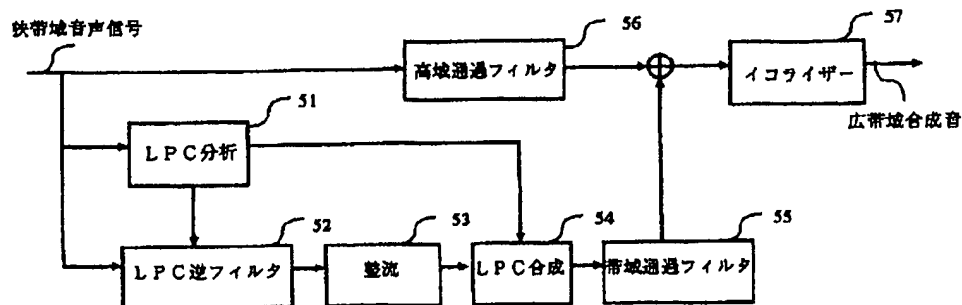
【符号の説明】

- 11 アップサンプリング部
- 12 LPC分析部
- 13 包絡拡大部
- 14 駆動音源拡大部
- 15 LPC合成部
- 16 波形平滑化部
- 17 フィルタ部
- 18 加算部
- 21 狭帯域コードブック
- 22 ベクトル量子化部
- 23 線形写像関数部
- 24 包絡加算部
- 25 残差アップサンプリング部
- 26 非線形処理部
- 27 スペクトル平滑化部
- 28 ゲイン制御部
- 29 クロスフェード部
- 210 帯域通過フィルタ部

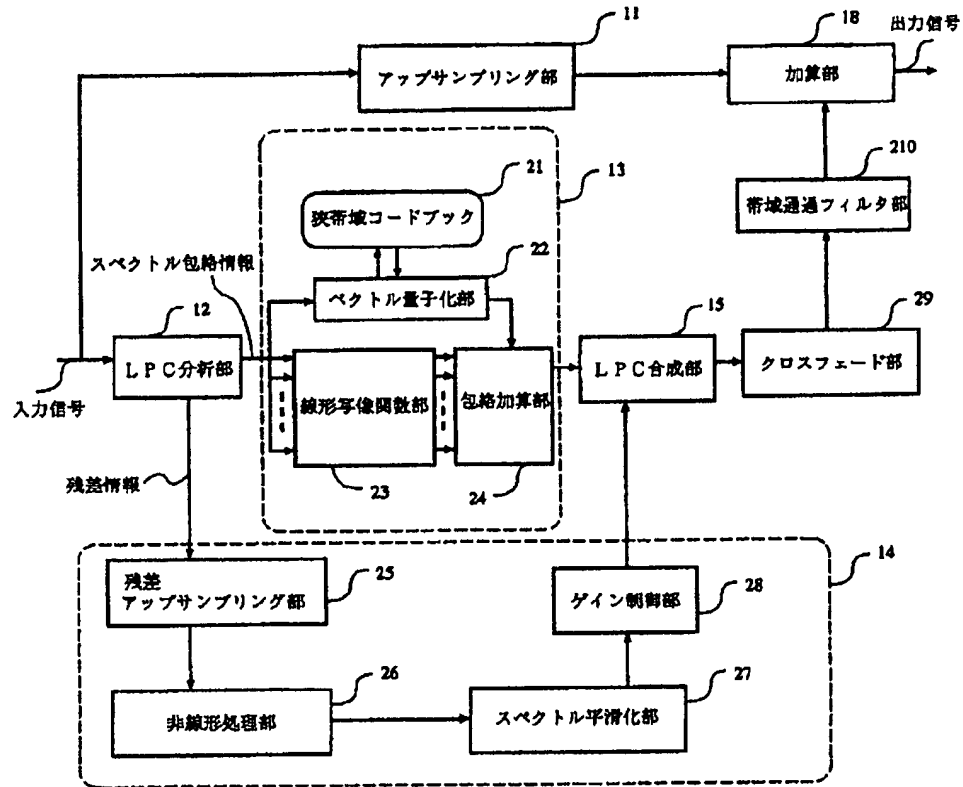
【図1】



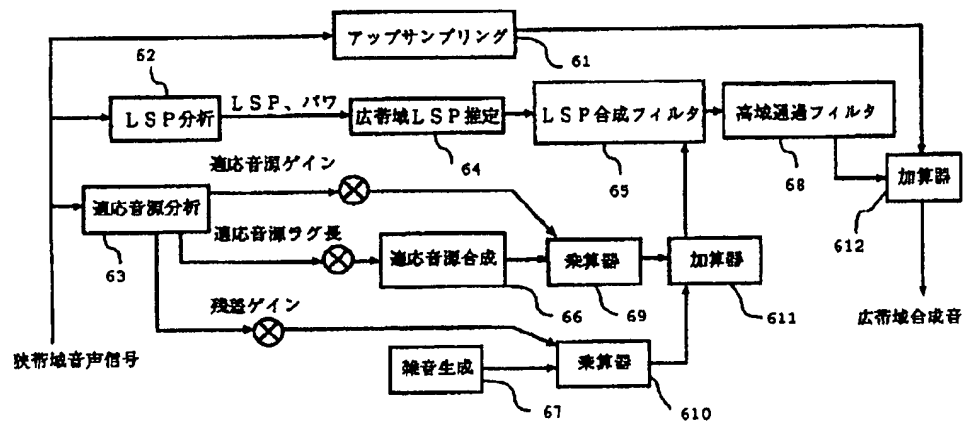
【図5】



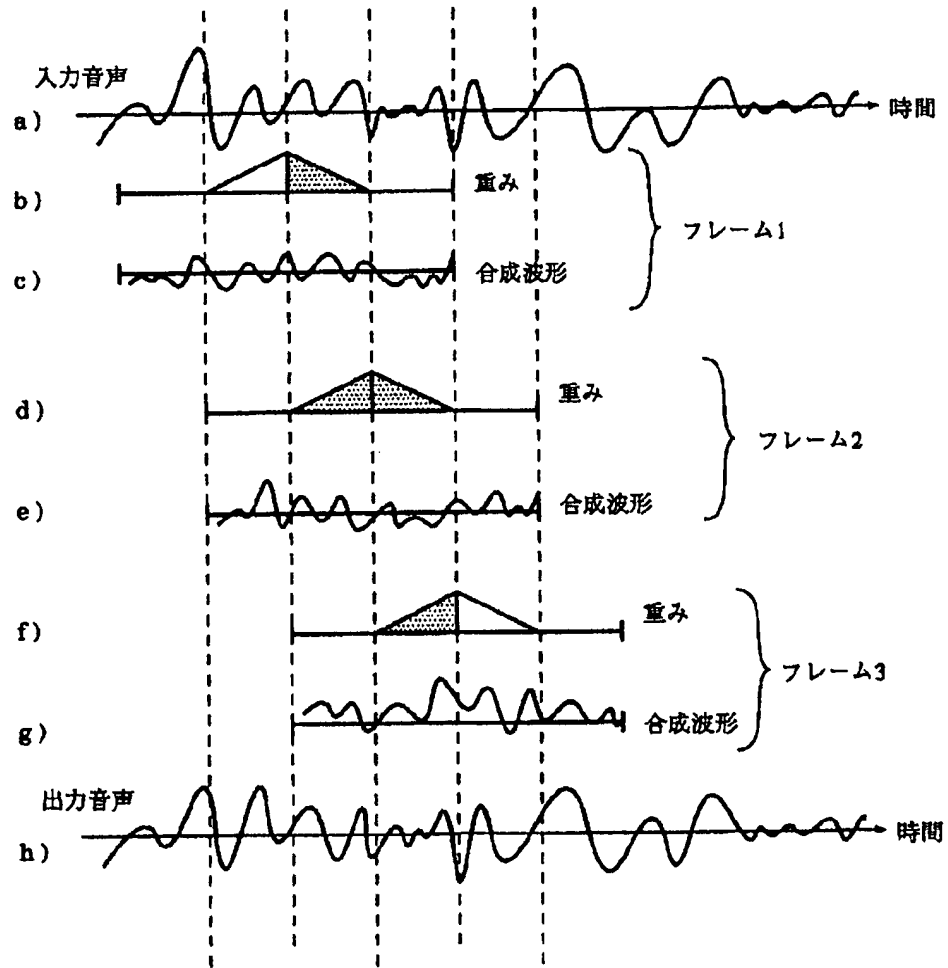
【図 2】



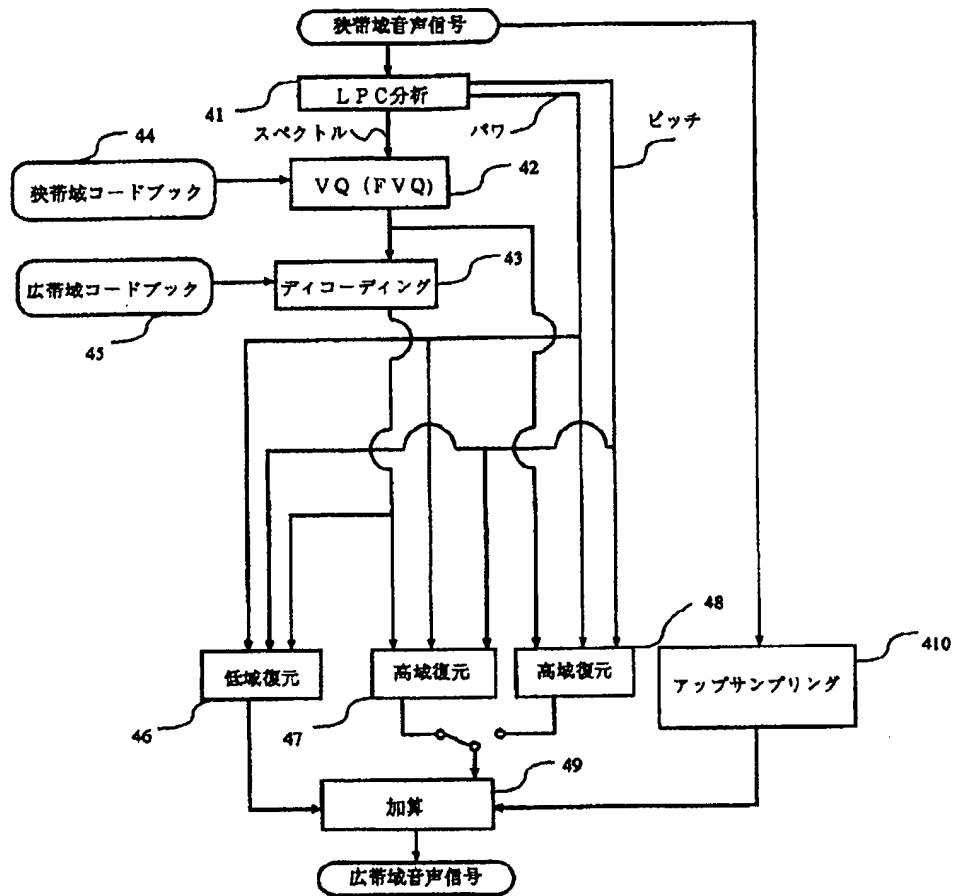
【図 6】



【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.